

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

Docket No. 216491US8/pmh



7-15-02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tsuyoshi WAKISAKA, et al.

GAU: 2812

SERIAL NO: 10/080,121

EXAMINER:

FILED: February 22, 2002

FOR: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND SEMICONDUCTOR LASER MODULE

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

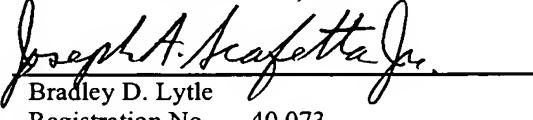
COUNTRY	APPLICATION NUMBER	MONTH/DAY/YEAR
JAPAN	2001-059325	March 02, 2001
JAPAN	2001-319847	October 17, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- are submitted herewith
- will be submitted prior to payment of the Final Fee
- were filed in prior application Serial No. filed
- were submitted to the International Bureau in PCT Application Number . Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- (B) Application Serial No.(s)
  - are submitted herewith
  - will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Bradley D. Lytle  
Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)

RECEIVED  
MAY 15 2002  
TC 2800 MAIL ROOM



PFEA-D1037-US

10/080,121

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月 2日

出願番号

Application Number:

特願2001-059325

出願人

Applicant(s):

古河電気工業株式会社

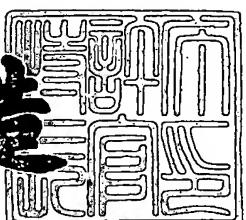
RECEIVED  
MAY 15 2002

TC 2800 MAIL ROOM

2001年12月14日

特許長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3107515

【書類名】 特許願  
【整理番号】 A00617  
【提出日】 平成13年 3月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01S 5/00  
H04B 10/16

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 脇坂 剛

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 築地 直樹

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 吉田 順自

## 【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置および半導体レーザモジュール

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、  
前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子と、  
絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリアと、  
を備え、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子とは、金薄膜を含む多層膜  
を介してそれぞれ前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定  
素子とが近接配置されることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 前記キャリア上に形成された導体パターンをさらに備え、  
前記半導体レーザ素子および前記温度測定素子は、導電ワイヤを用いて一方の  
電極と前記導体パターンとの間を電気的に接合することを特徴とすることを特徴  
とする請求項1に記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 前記導電ワイヤは、複数の導電ワイヤからなり、  
複数の各導電ワイヤは、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子、および／  
または前記導体パターン上において、ほぼ等間隔で接合されることを特徴とする  
請求項2に記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 前記金薄膜の膜厚は、 $5 \mu m$ 以上であることを特徴とする請  
求項1～3のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項5】 前記キャリア上に設置され、前記半導体レーザ素子が出力す  
るレーザ光の出力をモニタするモニタ素子をさらに備えたことを特徴とする請  
求項1～4のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項6】 前記半導体レーザ素子の共振器長は、 $1000 \mu m$ 以上であ  
ることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項7】 前記半導体レーザ素子は、該半導体レーザ素子の活性層側が  
前記キャリアに接合されることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載  
の半導体レーザ装置。

【請求項8】 前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子および前記モニタ  
素子のうちの少なくとも一つは、前記キャリア上において電気的に独立している

ことを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項9】 前記半導体レーザ素子から出力されるレーザ光の出力は、250mW以上であることを特徴とする請求項1～8のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項10】 前記キャリアは、Si、AlN、ダイヤモンドまたはcBN多結晶体のいずれか、あるいはこれらの組み合わせによって形成されることを特徴とする請求項1～9のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項11】 請求項1～10のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置と、

前記温度測定素子から出力された温度をもとに前記半導体レーザ素子の温度を制御する温度制御素子と、

を備え、前記温度制御素子上に前記半導体レーザ装置のキャリアが接合され、該キャリアを介して前記半導体レーザ素子が温度制御されることを特徴とする半導体レーザモジュール。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

この発明は、高安定化した発振波長をもち、高出力のレーザ光を出力する半導体レーザ装置および半導体レーザモジュールに関し、特にラマン増幅用光源あるいはエルビウム添加ファイバ増幅器（EDFA：Erbium Doped Fiber Amplifier）のような光ファイバ増幅器用の励起用光源に適したレーザ光を出射する半導体レーザ装置および半導体レーザモジュールに関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

近年、インターネットをはじめとする様々なマルチメディアの普及に伴って、光通信に対する大容量化の要求が大きくなっている。この要求に伴い、波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）通信方式が用いられるようになった。このWDM通信方式は、たとえば1550nm帯において複数の波長を使用して伝送を行う方式である。このWDM通信方式では、1本の光ファイ

バを用いて複数の異なる波長の光信号を同時に伝送することから、新たな線路を敷設する必要がなく、ネットワークの伝送容量の飛躍的な増加をもたらすことを可能としている。

#### 【0003】

この光信号の光源あるいは光信号の增幅用光源は、発振波長が高精度に制御される必要があるとともに、半導体レーザ素子の熱飽和を防止して高い光出力で動作させる必要がある。このため、従来の半導体レーザ装置は、レーザ光を出力する半導体レーザ素子の近傍に、この半導体レーザ素子の温度を測定するサーミスタを設け、ペルチェ素子などの温度制御素子によって、この半導体レーザ素子の温度制御を行い、発振波長の不安定化や半導体レーザ素子の熱飽和を防止するようにしていた。

#### 【0004】

図8は、従来の半導体レーザ装置の概要構成を示す斜視図である。図8において、この半導体レーザ装置は、CuWで形成されたキャリア101上に、絶縁性および高熱伝導率をもつAlNで形成されたサブマウント102が設けられ、このサブマウント102上に、所定波長のレーザ光L100を出力する半導体レーザ素子103が設けられる。また、キャリア101上には、AlNで形成されたサブマウント104が設けられ、さらにこのサブマウント104上に、半導体レーザ素子の温度を計測するサーミスタ105が設けられる。

#### 【0005】

半導体レーザ素子103とサブマウント102との間は、金属薄膜102aを介して接合され、この金属薄膜102aは、Ti/Pt/Auがそれぞれ60nm/200nm/600nmの膜厚でメタライズされ、その上にメタライズされたAuSnなどのはんだ材によって半導体レーザ素子103とサブマウント102が接合される。また、サーミスタ105とサブマウント104との間も同様に、金属薄膜104aを介して接合される。

#### 【0006】

半導体レーザ素子103は、サブマウント102と接合する面がp側電極であり、上面がn側電極であり、主に熱を発生する活性層をサブマウント102側近

傍に配置されるようにしている。n側電極は、Auのワイヤ106aによってマイナス電極がリードされる。p側電極は、金属薄膜102aおよびAuのワイヤ106bを介してプラス電極側のキャリアアーチ101にリードされる。

#### 【0007】

これによって、サブマウント102は、半導体レーザ素子103の絶縁を確保するとともに、半導体レーザ素子103のヒートシンクとして機能し、キャリアアーチ101の下部にAuSnはんだによって接合される図示しないCuWのベースに接合され、このベース下部に設けられた図示しないペルチェ素子が、サーミスタ105が検出した温度に応じて半導体レーザ素子103の温度制御を行うことになる。

#### 【0008】

なお、サーミスタ105も、半導体レーザ素子103と同様に、サブマウント104によってキャリアアーチ101から絶縁され、熱伝導性の高い、サブマウント102、キャリアアーチ101およびサブマウント104を介して半導体レーザ素子103の温度を検出する。

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述したWDM通信方式を用いて長距離光伝送を行う場合、中継器の間隔を長くするために、信号光源のレーザ光の大出力化が要望されている。また、光ファイバ增幅器の増幅能力の向上のために、励起用光源に使用される半導体レーザ装置の大出力化が要望されている。

#### 【0010】

このような要望を満たすために、たとえば、EDFA励起用として250mW以上のレーザ光を発振出力する半導体レーザ素子が存在するが、このような高出力の半導体レーザ素子を用いた従来の半導体レーザ装置では、光出力の低下や寿命の低下が生じるという問題点があった。

#### 【0011】

すなわち、図9は、図8に示した半導体レーザ装置の正面図を示し、図9に示すように、従来の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子103とサーミスタ

105とが、それぞれ別個に、サブマウント102, 104を設けており、半導体レーザ素子103で発生した熱は、金属薄膜102a→サブマウント102→金属薄膜102b→キャリア101→金属薄膜104b→サブマウント104→金属薄膜104aを介してサーミスタ105に伝導するため、熱伝導距離が物理的に長くなり、半導体レーザ素子103の実温度検出が遅延するとともに、4つの金属薄膜102a, 102b, 104b, 104aを経由することから熱抵抗が大きくなり、半導体レーザ素子103の実温度との温度差が大きい温度を検出することになり、検出温度の精度が低下する。この結果、サーミスタ105が検出した温度をもとに行う半導体レーザ素子103の温度制御に遅延が生じ、また精度の低い温度制御を余儀なくされるため、半導体レーザ素子103の発振波長が不安定となり、光出力の低下や寿命の低下を招いていた。

#### 【0012】

なお、高い光出力を得るために、半導体レーザ素子に1A以上の電流を流した場合、金属薄膜102a内のAu薄膜の全抵抗が0.12Ωであるとすると、このAu薄膜による電圧降下は、0.12Vとなる。一方、半導体レーザ素子に1Aの電流が流れた場合における半導体レーザ素子の電極間電圧は約2Vであるので、半導体レーザ素子における共振器長方向の電圧降下が0.12V分だけ不均一になり、半導体レーザ素子に対する電流注入が不均一となり、活性層における光密度も不均一となることから、光出力の低下や寿命の低下を助長するものと考えられる。

#### 【0013】

すなわち、高出力の半導体レーザ素子を用いる場合、半導体レーザ素子の電圧降下に対して、半導体レーザ素子とサブマウントとの間の金属薄膜における電圧降下を無視することができず、この金属薄膜における共振器長方向の電圧降下の不均一によって発振波長が不安定になるものと考えられる。このような問題は、特に、共振器長が1000μm以上の高出力動作用に設計された半導体レーザ素子において顕著となる。

#### 【0014】

この発明は、上記に鑑みてなされたもので、高出力の半導体レーザ素子を用い

た場合であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止することができる半導体レーザ装置および半導体レーザモジュールを提供することを目的とする。

## 【0015】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1にかかる半導体レーザ装置は、レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子と、絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリアとを備え、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子とは、金薄膜を含む多層膜を介してそれぞれ前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置されることを特徴とする。

## 【0016】

この請求項1の発明によれば、絶縁性かつ高熱伝導性を有する同一のキャリア上に、レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子とが配置され、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子とが、金薄膜を含む多層膜を介してそれぞれ前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置を含めて伝熱経路の熱抵抗が小さくなるようにしている。

## 【0017】

また、請求項2にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記キャリア上に形成された導体パターンをさらに備え、前記半導体レーザ素子および前記温度測定素子は、導電ワイヤを用いて一方の電極と前記導体パターンとの間を電気的に接合することを特徴とする。

## 【0018】

この請求項2の発明によれば、前記半導体レーザ素子および前記温度測定素子が、導電ワイヤを用いて一方の電極と前記導体パターンとの間を電気的に接合し、導電ワイヤの長さおよび密集度を小さくしている。

## 【0019】

また、請求項3にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記導電ワイヤは、複数の導電ワイヤからなり、複数の各導電ワイヤは、前記半導体レー

ザ素子、前記温度測定素子、および／または前記導体パターン上において、ほぼ等間隔で接合されることを特徴とする。

## 【0020】

この請求項3の発明によれば、前記導電ワイヤを複数の導電ワイヤとし、この複数の各導電ワイヤを、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子、および／または前記導体パターン上において、ほぼ等間隔で接合し、半導体レーザ素子に対する電圧降下を均一にするとともに、導電ワイヤによる電圧降下および熱発生を最小限に抑えるようにしている。

## 【0021】

また、請求項4にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記金薄膜の膜厚は、 $5 \mu m$ 以上であることを特徴とする。

## 【0022】

この請求項4の発明によれば、前記金薄膜の膜厚を、 $5 \mu m$ 以上とし、半導体レーザ素子と温度測定素子との間の熱抵抗が小さくなるようにし、さらに上述した導体パターンの電圧降下を抑えるようにしている。

## 【0023】

また、請求項5にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記キャリア上に設置され、前記半導体レーザ素子が出力するレーザ光の出力をモニタするモニタ素子をさらに備えたことを特徴とする。

## 【0024】

この請求項5の発明によれば、半導体レーザ素子が出力するレーザ光の出力をモニタするモニタ素子がキャリア上に配置されるようにしている。

## 【0025】

また、請求項6にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子の共振器長は、 $1000 \mu m$ 以上であることを特徴とする。

## 【0026】

この請求項6の発明によれば、前記半導体レーザ素子の共振器長を、 $1000 \mu m$ 以上とした高出力の半導体レーザ素子であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止し、半導体レーザ装置の小型軽量化および電力光交換効率を向上させて

いる。

【0027】

また、請求項7にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子は、該半導体レーザ素子の活性層側が前記キャリアに接合されることを特徴とする。

【0028】

この請求項7の発明によれば、前記半導体レーザ素子の活性層側を前記キャリアに接合し、大きな熱を発生する活性層をキャリアに近づけ、キャリアのヒートシンク機能を最大限に發揮させ、かつ温度測定素子による温度測定を高精度に行なうようにしている。

【0029】

また、請求項8にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子および前記モニタ素子のうちの少なくとも一つは、前記キャリア上において電気的に独立していることを特徴とする。

【0030】

この請求項8の発明によれば、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子および前記モニタ素子のうちの少なくとも一つを、前記キャリア上において電気的に独立させている。

【0031】

また、請求項9にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子から出力されるレーザ光の出力は、250mW以上であることを特徴とする。

【0032】

この請求項9の発明によれば、前記半導体レーザ素子から出力されるレーザ光の出力を、250mW以上の高出力としても、半導体レーザ素子の温度制御を迅速かつ高精度に行なうことができる。

【0033】

また、請求項10にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記キャリアは、Si、AlN、ダイヤモンドまたはcBN多結晶体のいずれか、ある

いはこれらの組み合わせによって形成されることを特徴とする。

#### 【0034】

この請求項10の発明によれば、前記キャリアを、Si、AlN、ダイヤモンドまたはcBN多結晶体のいずれか、あるいはこれらの組み合わせによって形成するようにしている。

#### 【0035】

また、請求項11にかかる半導体レーザモジュールは、請求項1～10のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置と、前記温度測定素子から出力された温度とともに前記半導体レーザ素子の温度を制御する温度制御素子とを備え、前記温度制御素子上に前記半導体レーザ装置のキャリアが接合され、該キャリアを介して前記半導体レーザ素子が温度制御されることを特徴とする。

#### 【0036】

この請求項11の発明によれば、ペルチエ素子などの温度制御素子上に半導体レーザ装置のキャリアが接合され、該キャリア上に半導体レーザ素子および温度測定素子を配置し、この温度測定素子が測定した温度とともに半導体レーザ素子を温度制御するようにしている。

#### 【0037】

##### 【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる半導体レーザ装置および半導体レーザモジュールの好適な実施の形態について説明する。

#### 【0038】

##### (実施の形態1)

まず、この発明の実施の形態1について説明する。図1は、この発明の実施の形態1である半導体レーザ装置の構成を示す図であり、図1(a)は、この半導体レーザ装置の平面図であり、図1(b)は、この半導体レーザ装置の正面図であり、図1(c)は、この半導体レーザ装置の右側面図である。図1において、キャリア1は、絶縁性かつ高熱伝導率をもつAlNによって形成され、上部中央手前には、金属薄膜2bを介して、所定の発振波長のレーザ光を端面3aから出力する半導体レーザ素子3が設けられる。なお、半導体レーザ素子3の共振器長

は、 $1000\mu m$ 以上であり、 $250\text{mW}$ 以上の高出力のレーザ光を発振する。なお、半導体レーザ素子3の発振波長は、 $900\sim1600\text{nm}$ であり、 $980\text{nm}$ 帯、 $1480\text{nm}$ 帯が有用であり、特に光ファイバ增幅器用励起光源として、 $1480\text{nm}$ 帯が有用である。

#### 【0039】

また、キャリア1上には、金属薄膜2cを介してサーミスタ4が設けられ、サーミスタ4は、半導体レーザ素子3の温度をモニタする。キャリア1上には、その他の金属薄膜2a、2dが設けられ、パターン化されて、各金属薄膜2a～2dは、絶縁されている。金属薄膜2bは、キャリア1側から、Ti/Pt/Auの3層からなり、それぞれ $60\text{nm}/200\text{nm}/5000\text{nm}$ としている。すなわち、図8に示した金属薄膜102aのAu膜の膜厚が $600\text{nm}$ であったのに対し、この金属薄膜2bのAu膜では、 $5000\text{nm}$ の膜厚としている。その他の金属薄膜2a、2c、2dは、金属薄膜2bと同時に形成され、同一の膜構成となっている。なお、半導体レーザ素子3と金属薄膜2bとを接合する際は、Ptのバリア層を介し、AuSnはんだによって結合する。

#### 【0040】

半導体レーザ素子3は、活性層3b側のp側電極がキャリア1に対応して接合され、n側電極が上面となっている。半導体レーザ素子3のn側電極と金属薄膜2aとは、Auのワイヤ5によって電気的に接合される。したがって、金属薄膜2aは、半導体レーザ素子1のマイナス電極となり、金属薄膜2bは、半導体レーザ素子1のプラス電極となる。

#### 【0041】

半導体レーザ素子3のn側電極と金属薄膜2aとの間は、複数のワイヤ5によって結合され、導通断面積が大きくなるようにしている。また、各ワイヤ5は、接合点をほぼ等間隔にし、電力分散を図っている。このような空間的な配線を、複数のワイヤ5を用いて行うことによって、抵抗値が下がり、電圧降下が小さくなることによって、熱の発生が小さくなるとともに、レーザ光出力のみに用いる電力比が高められ、電力光変換効率が向上することになる。

#### 【0042】

また、金属薄膜2a～2dのAu膜を5000nm以上とすることによって、金属薄膜2a～2dの抵抗が小さくなり、電圧降下が小さくなり、上述したワイヤ5の作用効果と相まって、電力光変換効率が向上するとともに、半導体レーザ素子1のp側電極に大電流が注入される際、半導体レーザ素子1の共振器長方向における電圧降下の不均一さを小さくすることができ、結果的に光出力の低下や寿命の低下を防止する。

#### 【0043】

ここで、金属薄膜2bの幅W2は、金属薄膜2aの幅とほぼ同一にすることが好ましい。なぜなら、金属薄膜2bの幅W2と金属薄膜2aの幅とをほぼ同一にしたときに、各金属薄膜2a, 2bの合成抵抗値が最小となるからである。また、金属薄膜2a, 2b間の幅W1は、金属薄膜2a, 2b間の絶縁が確実に確保できる値としている。

#### 【0044】

なお、上述したワイヤ5のボンディング箇所は、図1に示すように半導体レーザ素子3の長手方向に直線的に配列されているが、これに限らず、ボンディング箇所が均一に分散していてもよい。この場合、半導体レーザ素子3の活性層3aの位置からはずれた位置をボンディング箇所としてもよい。要は、ワイヤ5を介して半導体レーザ素子3の上面において電流が均一に分布するようにすればよい。

#### 【0045】

サーミスタ4は、その底面が金属薄膜2cに接合され、その上面が図示しないワイヤによって金属薄膜2dに接合されることによって、サーミスタ4の抵抗を検出し、この抵抗値によって温度を検出する。このサーミスタ4は、半導体レーザ素子3のレーザ光が出射される端面3aの近傍に設けるようにしている。高出力の半導体レーザ素子3は、半導体レーザ素子3の端面3aとキャリア1の端面3aとがほぼ同一となるようにし、他の部材とレーザ光が干渉しないようにしているため、半導体レーザ素子3の端面3a近傍で発生する熱が大きくなるからである。

#### 【0046】

キャリア1は、半導体レーザ素子3のヒートシンクとして機能するとともに、

このキャリア1の下面全体には、AuSnはんだ6によってCuWのベース27（図7参照）に接合され、このベース27はさらに、半導体レーザ素子1の温度を制御するペルチェモジュール28（図7参照）に接合される。ペルチェモジュール28は、サーミスタ4が検出した温度に応じて、主として冷却を行い、半導体レーザ素子1の温度を制御することによって半導体レーザ素子1の熱飽和を未然に防止して、光出力の低下や寿命の低下を防止する。

#### 【0047】

一方、サーミスタ4は、図8に示した絶縁用のサブマウント104を設けておらず、さらに半導体レーザ素子3も、サブマウント102を設けていないため、半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の伝熱経路長と抵抗分とが小さくなり、サーミスタ4は、一層、半導体レーザ素子3自体の実温度に近い温度を迅速に検出することができる。

#### 【0048】

たとえば、図2は、半導体レーザ素子3の発熱量に対する半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の温度差の関係を示す図である。図2において、「□」印で示した値は、図1に示した半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の温度差の関係を示し、「△」印で示した値は、図8に示した構造をもつ半導体レーザ素子103とサーミスタ105との間の温度差の関係を示している。

#### 【0049】

図2に示すように、図1に示した半導体レーザ装置のように、キャリア1上に半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設けた構造とする方が、温度差が小さく、発熱量が大きくなるに従って、その差が大きくなる。たとえば、素子発熱量が1.0[W]のときは、この実施の形態1の構成と図8に示した従来例の構成とでは、ほぼ同じ温度差7°Cであったが、素子発熱量が3.5[W]のとき、この実施の形態1では温度差22.5°Cであり、従来例では温度差25°Cであり、2.5°Cの差異が生じる。したがって、たとえば250W以上の高出力のレーザ光を出力する半導体レーザ素子を搭載する場合、図1に示した半導体レーザ装置の構造とすることによって、半導体レーザ素子1に近い温度を検出することができ、一層精度の高い温度制御を行うことができる。その結果、半導体レーザ素子

3が、常に所定の温度範囲に制御され、光出力の低下や寿命の低下を防止する。

#### 【0050】

なお、上述した実施の形態1では、ワイヤ5の配線を短くするため、金属薄膜2aをn側電極の導体パターンとして用いていたが、金属薄膜2aをp側電極の導体パターンとして使用し、金属薄膜2bをn側電極の導体パターンとして使用するようにしてもよい。すなわち、図3に示すように、金属薄膜2aをp側電極の導体パターンとし、このリード部分を半導体レーザ素子3の出射側に設け、金属薄膜2bをn側電極の導体パターンとし、ワイヤ5Aによって半導体レーザ素子3のn側電極と結合するようにしてもよい。

#### 【0051】

また、図4に示すように、半導体レーザ素子3のp側電極の導体パターンのリード部分をなくし、キャリア1内に埋め込まれた導体棒1aを介して、金属薄膜2bと、キャリア1の裏面の金属薄膜とを結合するようにし、半導体レーザ装置の下部側から電力供給するようにしてもよい。この場合も、金属薄膜2bのAu膜厚は $5000\mu m$ 以上であり、抵抗による電圧降下が小さくなるようにしている。また、この金属薄膜2bに対して複数の導体棒1aを設け、Au膜厚の増大と相まって、半導体レーザ素子3の共振器長方向における電圧降下の不均一が生じないようにしている。

#### 【0052】

この実施の形態1では、絶縁性かつ高熱伝導率をもつ同一のキャリア1上に、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設け、伝熱距離を短くし、サーミスタ3が一層半導体レーザ素子3の温度を迅速かつ正確に検出し、さらに半導体レーザ素子3とキャリア1との間の金属薄膜2bのAu膜厚を厚くして抵抗を小さくするようにし、共振器長方向の電流注入の不均一をなくすようにしているので、高出力の半導体レーザ素子1であっても、光出力の低下と寿命の低下を防止することができる。

#### 【0053】

また、この実施の形態1では、金属薄膜2a～2dのAu膜厚、特に金属薄膜2a, 2bのAu膜厚を厚くするとともに、複数のワイヤ5によって半導体レー

ザ素子3と金属薄膜2aとを結合するようにしているので、半導体レーザ素子3のp側電極およびn側電極に至るまでの抵抗分が低減され、半導体レーザ装置自体の発熱量を抑えることができるとともに、電力熱交換効率を向上させることができる。

## 【0054】

このような金属薄膜2a～2dのAu膜厚の増大と、ワイヤ5の複数配線とをもつ構造とすることによって、ヒートシンクとして機能するキャリア1の大型化を可能とすることができます。すなわち、高出力の半導体レーザ素子3をもつ半導体レーザ装置では、熱放出のためのヒートシンクを大型化する必要があるが、ヒートシンクを大型化した場合であっても、上述した金属薄膜2a～2dおよびワイヤ5の構造とすることによって、半導体レーザ素子3自体の機能、すなわち高出力かつ安定したレーザ光の発振を効率よく行うことができる。

## 【0055】

## (実施の形態2)

つぎに、この発明の実施の形態2について説明する。上述した実施の形態1では、AlNで形成された同一のキャリア1上に半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設けるようにしていたが、この実施の形態2では、キャリア1に代えて、AlNの約5倍の熱伝導率をもつダイヤモンドで形成されたダイヤモンドサブマウント上に半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設けるようにしている。

## 【0056】

図5は、この発明の実施の形態2である半導体レーザ装置の構成を示す図であり、図5(a)は、この半導体レーザ装置の平面図であり、図5(b)は、この半導体レーザ装置の正面図であり、図5(c)は、この半導体レーザ装置の右側面図である。図5において、キャリア13は、絶縁性かつ高熱伝導率をもつAlNによって形成され、上部中央には、ダイヤモンドサブマウント11が、金属薄膜12を介して、設けられている。ダイヤモンドサブマウント11上における半導体レーザ素子3、サーミスタ4、ワイヤ5および金属薄膜2a～2dの構成は、実施の形態1と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

## 【0057】

キャリア13の上部におけるダイヤモンドサブマウント11が設置された領域以外の部分には、それぞれ金属薄膜2a～2dのパターンに対応した金属薄膜12a～12dが形成される。これらの金属薄膜12a～12dは、Au膜によって実現される。すなわち、金属薄膜2a～2dと金属薄膜12a～12dとはそれぞれ図示しないワイヤによってボンディングされ、それぞれの対が、図1に示した金属薄膜2a～2dに対応した構成を実現することになる。

#### 【0058】

この実施の形態2では、ダイヤモンドサブマウント11とキャリア13との組み合わせによって、実施の形態1に示したキャリア1を実現している。ただし、ダイヤモンドサブマウント11とキャリア13との合計高さ（厚さ）は、実施の形態1におけるキャリア1の高さと同じである。これによって、半導体レーザ素子3から出射されるレーザ光の位置を同一とすることができる。なお、実施の形態2では、キャリア13をCuWのベース27（図7参照）上にボンディングするため、ダイヤモンドサブマウント11とベース27との間の歪みを緩和するために、AlNのキャリア13を挟むようにしている。

#### 【0059】

なお、ダイヤモンドサブマウント11の厚さを含めた形状は、熱抵抗が小さくなるように決定される。また、このダイヤモンドサブマウント11は、CVD法で合成される多結晶ダイヤモンドである。ダイヤモンドは、最も熱伝導性の高い材料であり、半導体レーザ素子3の放熱効果をさらに高めることができる。

#### 【0060】

キャリア13の下面全体には、AuSnはんだ6によってCuWのベース27に接合され、このベースはさらに、半導体レーザ素子3の温度を制御するペルチエモジュール28（図7参照）に接合される。ペルチエモジュール28は、サーミスタ4が検出した温度に応じて、主として冷却を行い、半導体レーザ素子3の温度を制御することによって半導体レーザ素子3の熱飽和を未然に防止し、光出力の低下と寿命の低下を防止する。

#### 【0061】

ここで、金属薄膜2a～2dのAu膜を5000nm以上とすることによって

、金属薄膜 $2a \sim 2d$ の抵抗が小さくなり、電圧降下が小さくなり、上述したワイヤ5の作用効果と相まって、電力光変換効率が向上するとともに、半導体レーザ素子3の共振器長方向における電圧降下の不均一さを小さくすることができ、結果的に光出力の低下と寿命の低下を防止する。

#### 【0062】

一方、サーミスタ4は、図8に示した絶縁用のサブマウント104を設けておらず、さらに半導体レーザ素子3も、サブマウント102を設けていないため、半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の伝熱経路長と抵抗分とが小さくなり、サーミスタ4は、一層、半導体レーザ素子3自体の実温度に近い温度を迅速に検出することができる。

#### 【0063】

この実施の形態2では、絶縁性かつ高熱伝導率をもつ同一のダイヤモンドサブマウント11上に、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設け、伝熱距離を短くし、サーミスタ4が一層半導体レーザ素子3の温度を迅速かつ正確に検出し、さらに半導体レーザ素子3とダイヤモンドサブマウント11との間の金属薄膜 $2b$ のAu膜厚を厚くして抵抗を小さくするようにし、共振器長方向の電流注入の不均一をなくすようにしているので、高出力の半導体レーザ素子3であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止することができる。

#### 【0064】

なお、上述した実施の形態1、2では、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を、AlNのキャリア1あるいはダイヤモンドのダイヤモンドサブマウント11などの同一基板上に設けているが、その他の材料、たとえばSi、cBN多結晶体などの絶縁性と高熱伝導率とを有する材料を半導体レーザ素子3との熱膨張係数に合わせて用いるようにしてもよい。

#### 【0065】

##### (実施の形態3)

つぎに、この発明の実施の形態3について説明する。上述した実施の形態1、2では、いずれも同一のキャリア1あるいはダイヤモンドサブマウント11上に

半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設けるようにしていたが、この実施の形態3では、さらに同一のキャリア1あるいはダイヤモンドサブマウント11上に、半導体レーザ素子3が出力するレーザ光をモニタする光モニタを設けるようしている。

#### 【0066】

図6は、この発明の実施の形態3である半導体レーザ装置の構成を示す図であり、図6(a)は、この半導体レーザ装置の平面図であり、図6(b)は、この半導体レーザ装置の正面図であり、図6(c)は、この半導体レーザ装置の左側面図である。図6において、この半導体レーザ装置は、実施の形態1と同様に、絶縁性がつ高熱伝導率をもつAlNによって形成されたキャリア1上に、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4が設けられるとともに、さらに、半導体レーザ素子3の後方から輻射されるレーザ光をモニタする光モニタ7が設けられている。この光モニタ7は、フォトダイオードによって実現される。

#### 【0067】

図6において、キャリア1には、導体棒1aが設けられ、上部の金属薄膜2eと下部の金属薄膜6とを電気的に低抵抗で接続している。半導体レーザ素子3のn側電極は、ワイヤ5aによって金属薄膜2aに接続される。一方、半導体レーザ素子3のp側電極は、ワイヤ5bによって、金属薄膜2bと金属薄膜2eとが電気的に接合され、さらに導体棒1aを介して金属薄膜6に接続され、図示しないベースに接続される。

#### 【0068】

また、サーミスタ4は、一方の電極が、ワイヤ5dを介して金属薄膜2dに接続され、他方の電極が、金属薄膜2cに接続される。さらに、光モニタ7は、一方の電極が、ワイヤ5cを介して金属薄膜2fに接続され、他方の電極が、金属薄膜2gに接続される。なお、金属薄膜2a～2gは、互いに電気的に絶縁されている。さらに、金属薄膜2a～2gは、Ti/Pt/Auの3層からなり、それぞれ60nm/200nm/5000nmとしている。

#### 【0069】

キャリア1の下面全体には、AuSnはんだ6によってCuWのベース27に

接合され、このベースはさらに、半導体レーザ素子1の温度を制御する図示しないペルチェモジュール28に接合される。ペルチェモジュール28は、サーミスタ4が検出した温度に応じて、主として冷却を行い、半導体レーザ素子1の温度を制御することによって、半導体レーザ素子1の熱飽和を未然に防止し、光出力の低下と寿命の低下を防止する。

## 【0070】

ここで、金属薄膜2bのAu膜を5000nm以上とすることによって、金属薄膜2bの抵抗が小さくなり、電圧降下が小さくなり、半導体レーザ素子1に大電流が注入される際、半導体レーザ素子1の共振器長方向における電圧降下の不均一さを小さくすることができ、結果的に光出力の低下を防止する。

## 【0071】

一方、サーミスタ4は、図8に示した絶縁用のサブマウント104を設けておらず、さらに半導体レーザ素子3も、サブマウント102を設けていないため、半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の伝熱経路長と抵抗分とが小さくなり、サーミスタ4は、一層、半導体レーザ素子3自体の実温度に近い温度を検出すことができる。

## 【0072】

また、光モニタを、同一のキャリア1上に設けることによって、半導体レーザ素子3の発光状態を監視することができるとともに、光モニタ7を備えた半導体レーザ装置の小型化を実現することができる。

## 【0073】

この実施の形態3では、実施の形態1と同様に、絶縁性かつ高熱伝導率をもつ同一のキャリア1上に、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設けるとともに、光モニタ7をさらに設け、伝熱距離を短くし、サーミスタ4が一層半導体レーザ素子3の温度を迅速かつ正確に検出し、さらに半導体レーザ素子3とキャリア1との間の金属薄膜2bのAu膜厚を厚くして抵抗を小さくするようにし、共振器長方向の電流注入の不均一をなくすようにしているので、高出力の半導体レーザ素子1であっても、光出力の低下を防止できるとともに、光モニタを備えた半導体レーザ装置の小型化を促進することができる。

## 【0074】

(実施の形態4)

つぎに、この発明の実施の形態4について説明する。この実施の形態4では、上述した実施の形態3で示した半導体レーザ装置をモジュール化したものである。図7は、この発明の実施の形態4である半導体レーザモジュールの構成を示す断面図である。図7において、この半導体レーザモジュール20は、上述した実施の形態3で示した半導体レーザ装置に対応する半導体レーザ装置30を有する。半導体レーザモジュール20の筐体として、銅タングステン合金などによって形成されたパッケージ29の内部底面上に、温度制御装置としてのペルチェモジュール28が配置される。ペルチェモジュール28上にはベース27が配置され、このベース27上にはヒートシンクとして機能するキャリア34が配置される。

## 【0075】

キャリア34上には、半導体レーザ素子31、サーミスタ32および光モニタ33が配置され、上述した実施の形態3に示した半導体レーザ装置に対応した半導体レーザ装置30が配置される。さらにベース27上には、第1レンズ22が配置される。半導体レーザ素子31から出射されたレーザ光は、第1レンズ22、アイソレータ23および第2レンズ24を介し、光ファイバ25上に導波される。第2レンズ24は、レーザ光の光軸上であって、パッケージ29上に設けられ、外部接続される光ファイバ25に光結合される。なお、光モニタ33は、半導体レーザ装置30の反射膜側から漏れた光をモニタ検出する。

## 【0076】

ここで、この半導体レーザモジュール20では、他の光学部品などによる反射戻り光が共振器内に再入力しないように、半導体レーザ素子22と光ファイバ25との間にアイソレータ23を介在させている。

## 【0077】

なお、上述した実施の形態4では、半導体レーザ素子31から出力されたレーザ光をそのまま出力する形態の半導体レーザモジュールであったが、光ファイバ25の第2レンズ24側端部の近傍に光ファイバグレーティングを形成し、この

光ファイバグレーティングによって半導体レーザ素子31から出力されたレーザ光を波長選択して出力する光ファイバグレーティングを有した半導体レーザモジュールにも適用できる。この場合、アイソレータ23は設けられない。

## 【0078】

この実施の形態4では、高出力の半導体レーザ素子を搭載した半導体レーザモジュールであって、実施の形態3と同様な構成を有する半導体レーザ装置を構成しているため、半導体レーザ素子の温度制御を迅速かつ高精度に行うことができ、結果的に小型軽量化した半導体レーザモジュールを実現することができる。また、半導体レーザ素子31の高出力化に伴ってヒートシンクとしてのキャリア34が大型化する場合であっても、電力光交換効率の低下を抑えることができる。

## 【0079】

## 【発明の効果】

以上説明したように、請求項1の発明によれば、絶縁性かつ高熱伝導性を有する同一のキャリア上に、レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子とが配置され、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子とが、金薄膜を含む多層膜を介してそれぞれ前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置を含めて伝熱経路の熱抵抗が小さくなるようにしているので、半導体レーザ素子の光出力の低下や寿命の低下を防止することができるという効果を奏する。

## 【0080】

また、請求項2の発明によれば、前記半導体レーザ素子および前記温度測定素子が、導電ワイヤを用いて一方の電極と前記導体パターンとの間を電気的に接合し、導電ワイヤの長さおよび密集度を小さくしているので、確実な配線を行うことができるとともに、半導体レーザ装置の小型軽量化を促進することができるという効果を奏する。

## 【0081】

また、この請求項3の発明によれば、前記導電ワイヤを複数の導電ワイヤとし、この複数の各導電ワイヤを、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子、および／または前記導体パターン上において、ほぼ等間隔で接合し、半導体レーザ素

子に対する電圧降下を均一にするとともに、導電ワイヤによる電圧降下および熱発生を最小限に抑えるようにしているので、半導体レーザ素子の光出力の低下や寿命の低下を防止することができるとともに、半導体レーザ装置全体の熱発生を低減し、半導体レーザ装置の電力光交換効率を向上させることができるという効果を奏する。

## 【0082】

また、請求項4の発明によれば、前記金薄膜の膜厚を、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上とし、半導体レーザ素子と温度測定素子との間の熱抵抗が小さくなるようにし、さらに上述した導体パターンの電圧降下を抑えるようにしているので、温度測定素子は、半導体レーザ素子の温度を迅速かつ高精度に検出でき、結果的に半導体レーザ素子の温度制御を迅速かつ高精度に行うことができるとともに、導体パターンの電圧降下の低減による電力光交換効率を向上させることができるという効果を奏する。

## 【0083】

また、請求項5の発明によれば、半導体レーザ素子が出力するレーザ光の出力をモニタするモニタ素子がキャリア上に配置されるようにしているので、半導体レーザ装置の小型軽量化を一層促進することができるという効果を奏する。

## 【0084】

また、請求項6の発明によれば、前記半導体レーザ素子の共振器長を、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上とし、高出力の半導体レーザ素子であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止し、半導体レーザ装置の小型軽量化および電力光交換効率を向上させることができるという効果を奏する。

## 【0085】

また、請求項7の発明によれば、前記半導体レーザ素子の活性層側を前記キャリアに接合し、大きな熱を発生する活性層をキャリアに近づけ、キャリアのヒートシンク機能を最大限に發揮させ、かつ温度測定素子による温度測定を高精度に行なうようにしているので、光出力の低下を防止することができるとともに、半導体レーザ素子の信頼性、とくに寿命を長くすることができるという効果を奏する。

【0086】

また、請求項8の発明によれば、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子および前記モニタ素子のうちの少なくとも一つを、前記キャリア上において電気的に独立させているので、半導体レーザ装置の小型軽量化を一層促進することができるという効果を奏する。

【0087】

また、請求項9の発明によれば、前記半導体レーザ素子から出力されるレーザ光の出力を、250mW以上の高出力としても、半導体レーザ素子の温度制御を迅速かつ高精度に行うことができるので、高出力の半導体レーザ素子であっても、光出力の低下をなくすことができるという効果を奏する。

【0088】

また、請求項10の発明によれば、前記キャリアを、Si、AlN、ダイヤモンドまたはcBN多結晶体のいずれか、あるいはこれらの組み合わせによって形成するようにしているので、キャリアの材料選択を柔軟に行うことができるという効果を奏する。

【0089】

また、請求項11の発明によれば、ペルチェ素子などの温度制御素子上に半導体レーザ装置のキャリアが接合され、該キャリア上に半導体レーザ素子および温度測定素子を配置し、この温度測定素子が測定した温度をもとに半導体レーザ素子を温度制御するようにしているので、半導体レーザ素子が高出力の場合であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止できる半導体レーザモジュールを実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の実施の形態1である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図2】

図1に示した半導体レーザ装置の発熱量に対するこの半導体レーザ装置の温度とサーミスタの温度との温度差を示す図である。

【図3】

この発明の実施の形態1の第1変形例である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図4】

この発明の実施の形態1の第2変形例である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図5】

この発明の実施の形態2である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図6】

この発明の実施の形態3である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図7】

この発明の実施の形態4である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図8】

従来の半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図9】

図8に示した半導体レーザ装置の正面図である。

【符号の説明】

1, 13 キャリア

1 a 導体棒

2 a～2 g, 12 a～12 d, 6 金属薄膜

3, 31 半導体レーザ素子

3 b 活性層

4, 32 サーミスタ

5, 5A, 5 a～5 d ワイヤ

7, 33 光モニタ

11 ダイヤモンドサブマウント

20 半導体レーザモジュール

22 第1レンズ

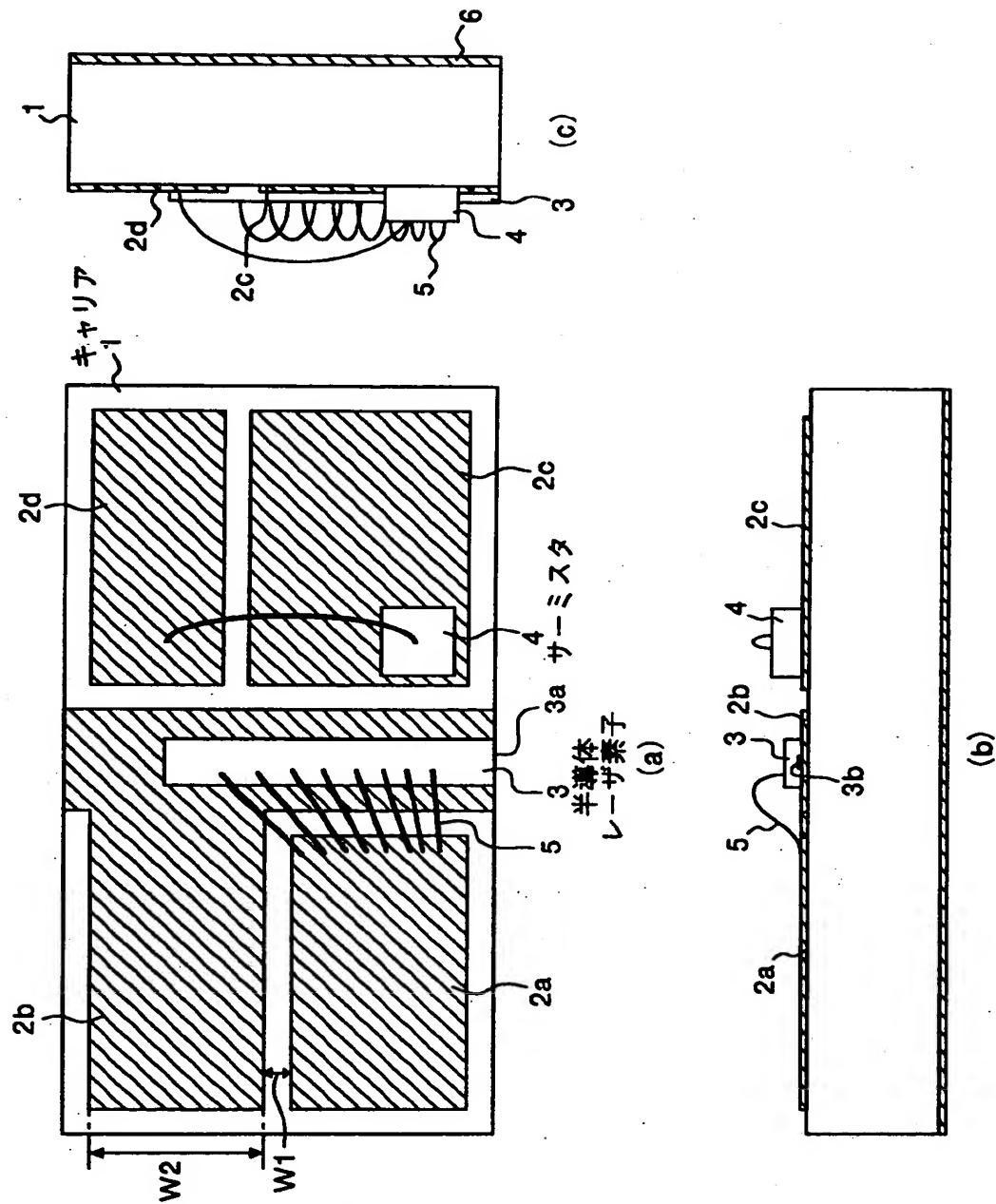
24 第2レンズ

25 光ファイバ

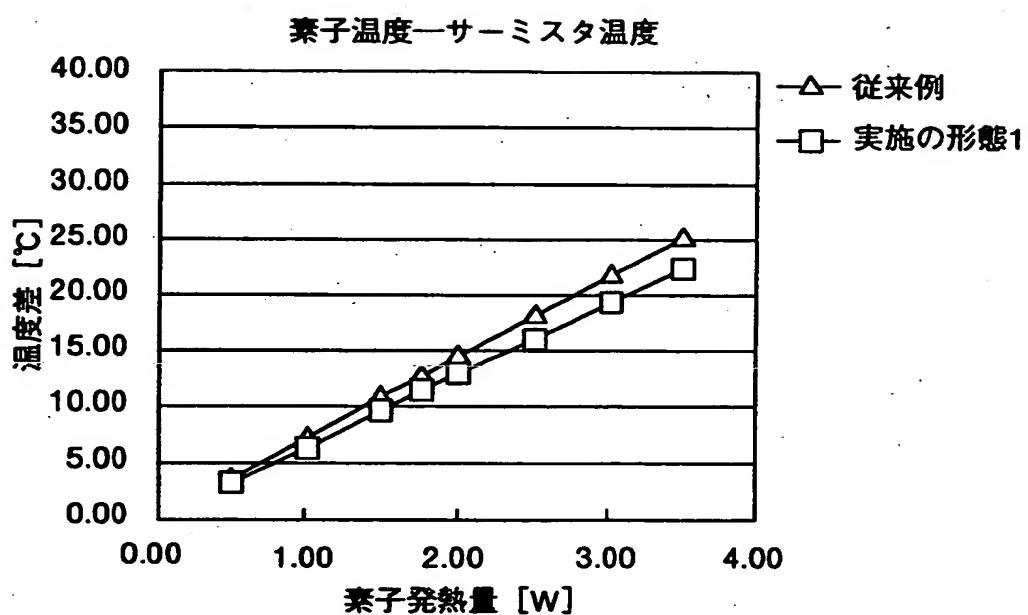
- 27 ベース
- 28 ペルチェ素子
- 29 パッケージ
- 30 半導体レーザ装置

【書類名】 図面

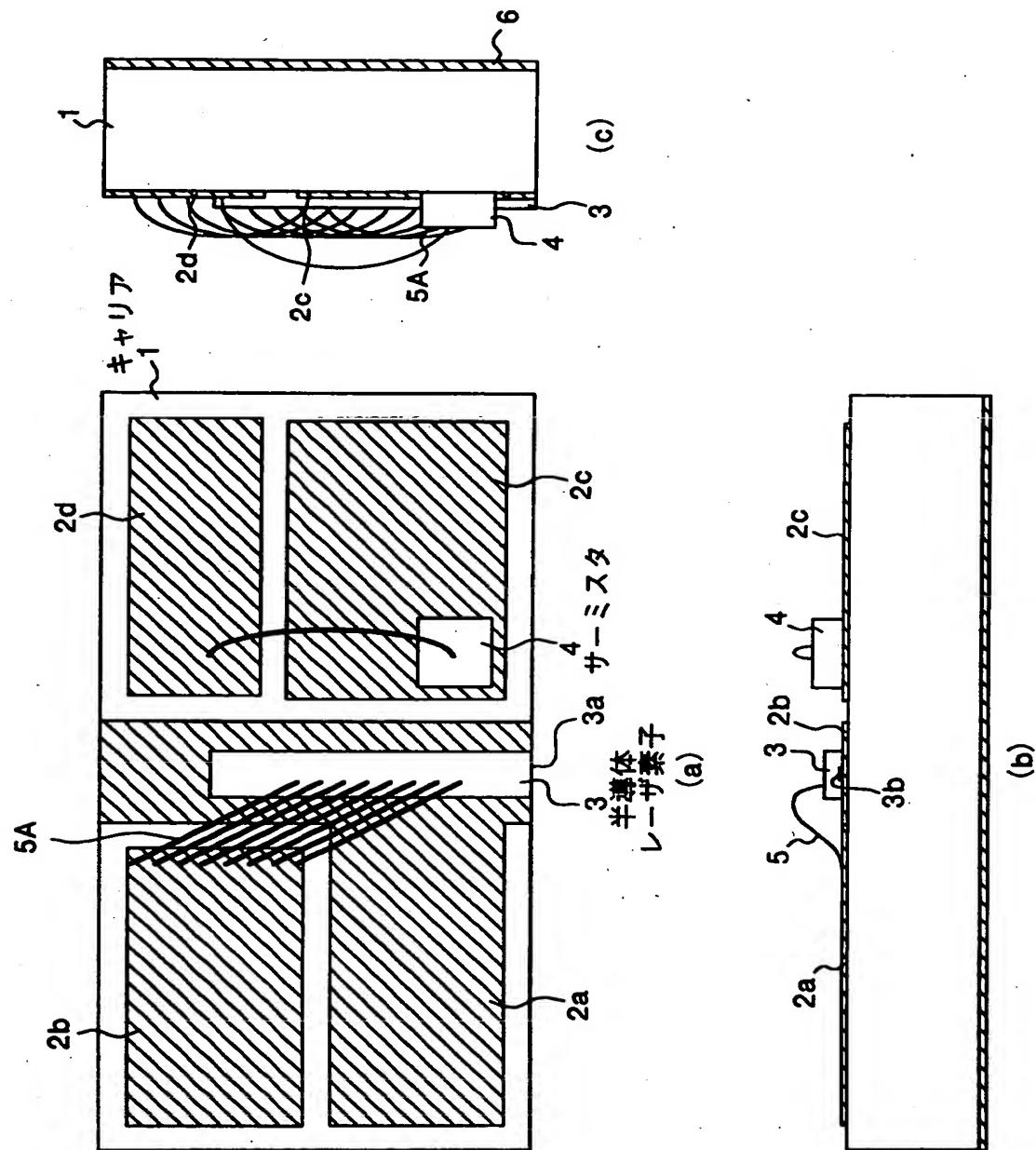
【図1】



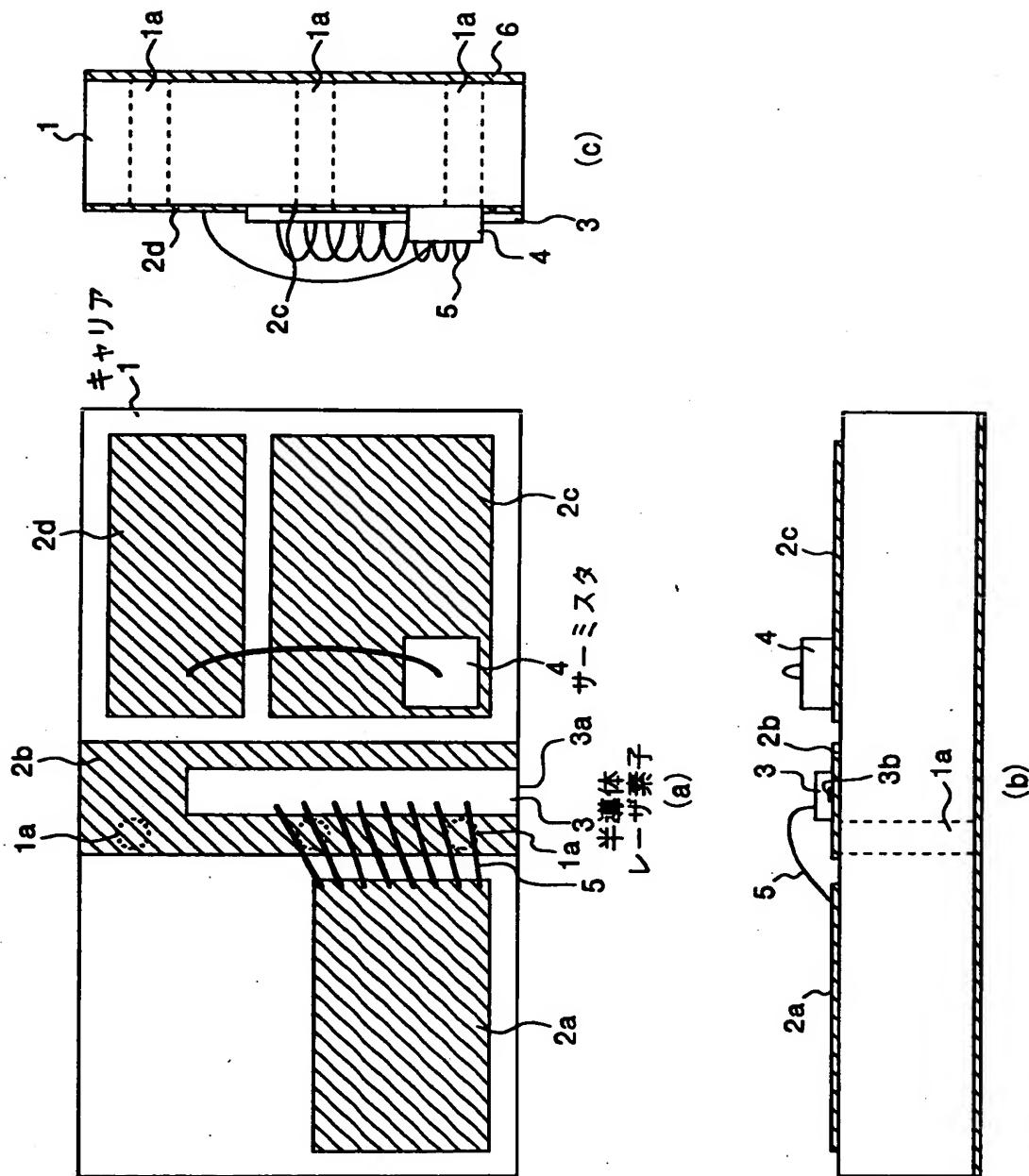
【図2】



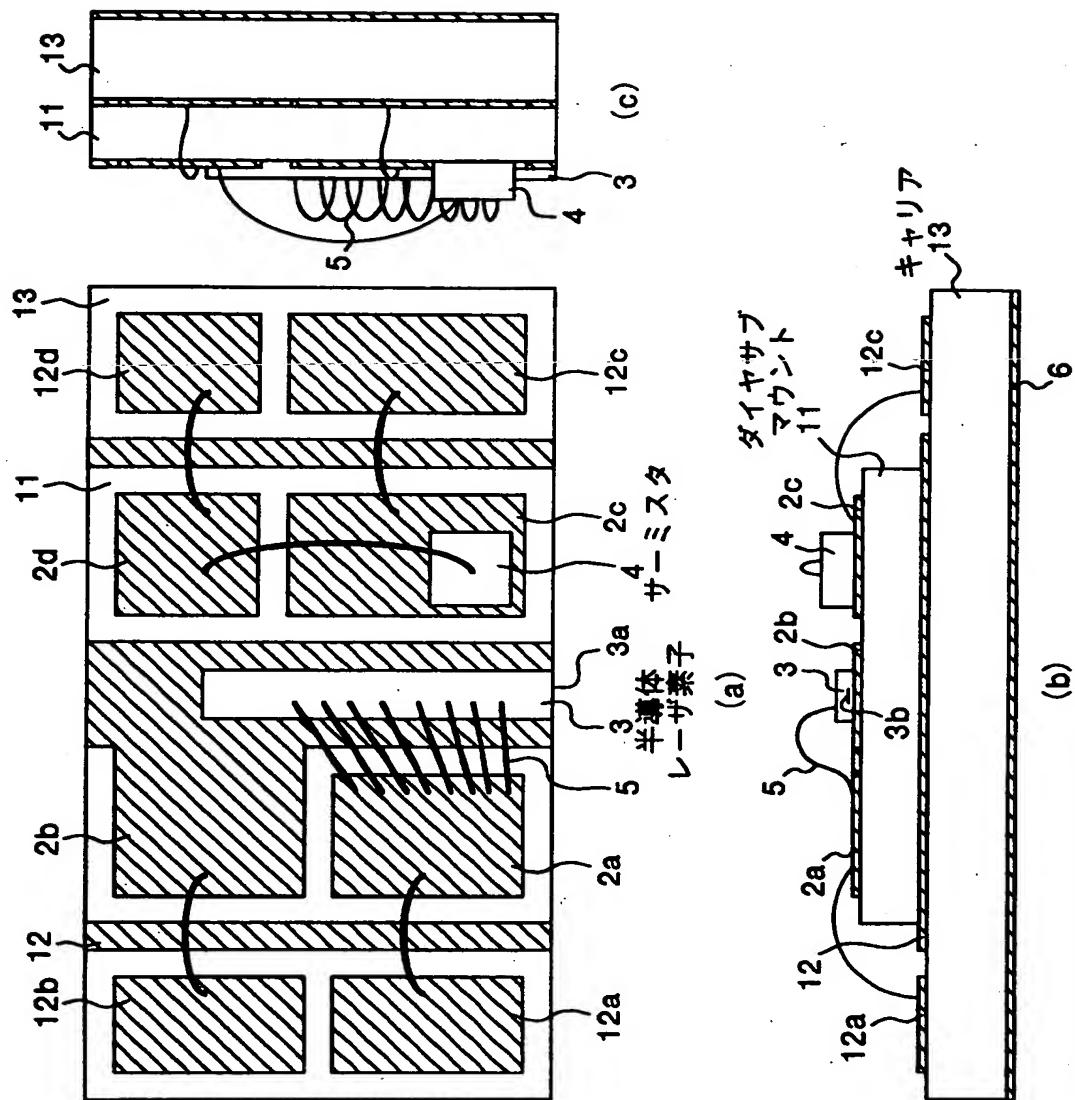
【図3】



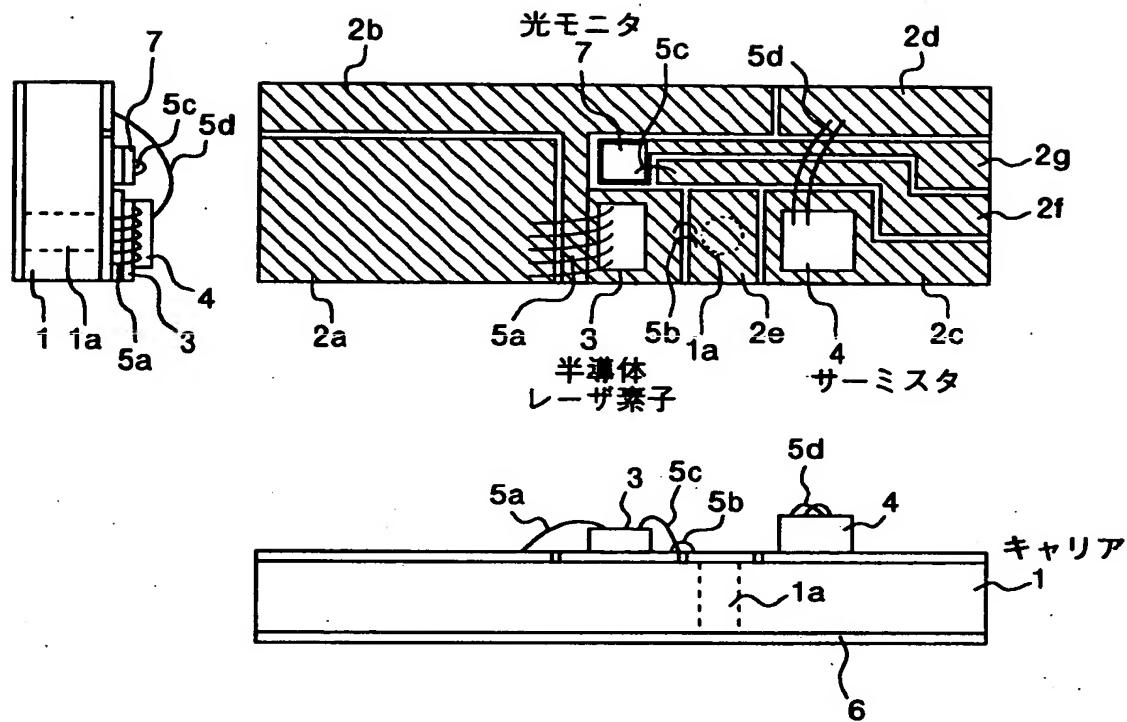
【図4】



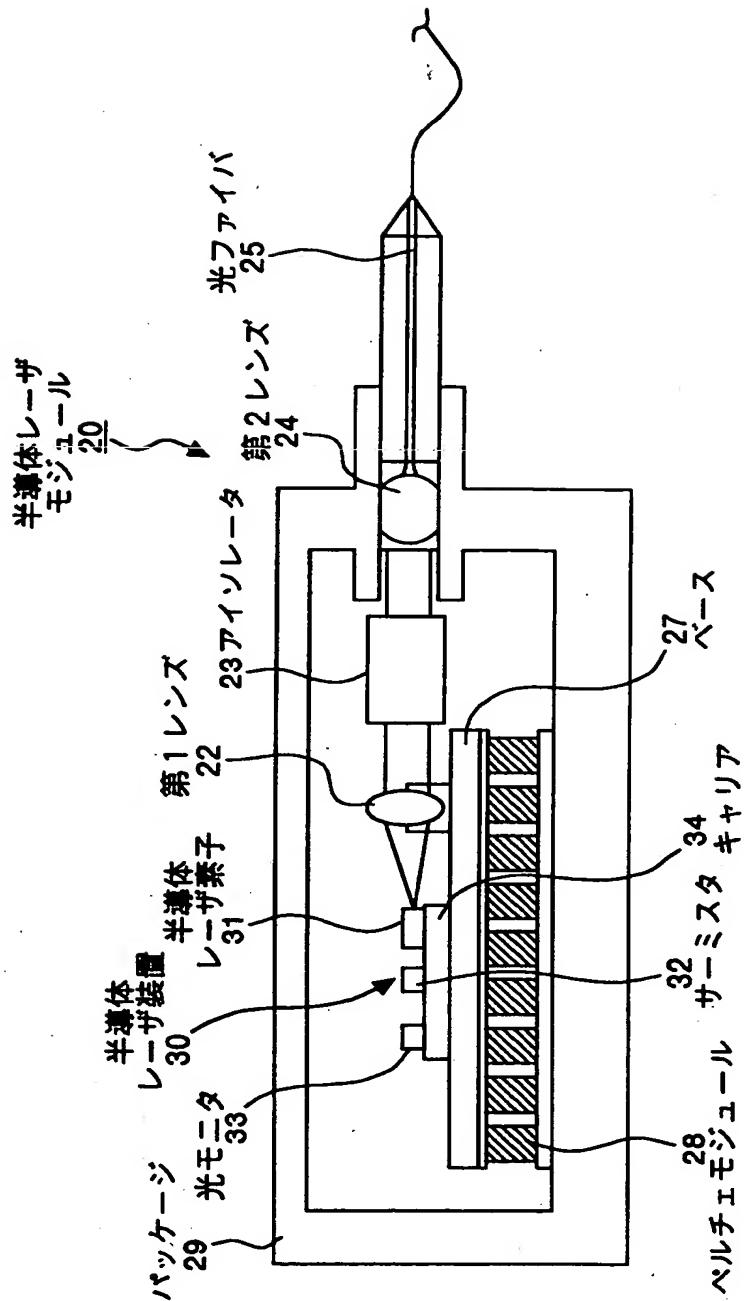
【図5】



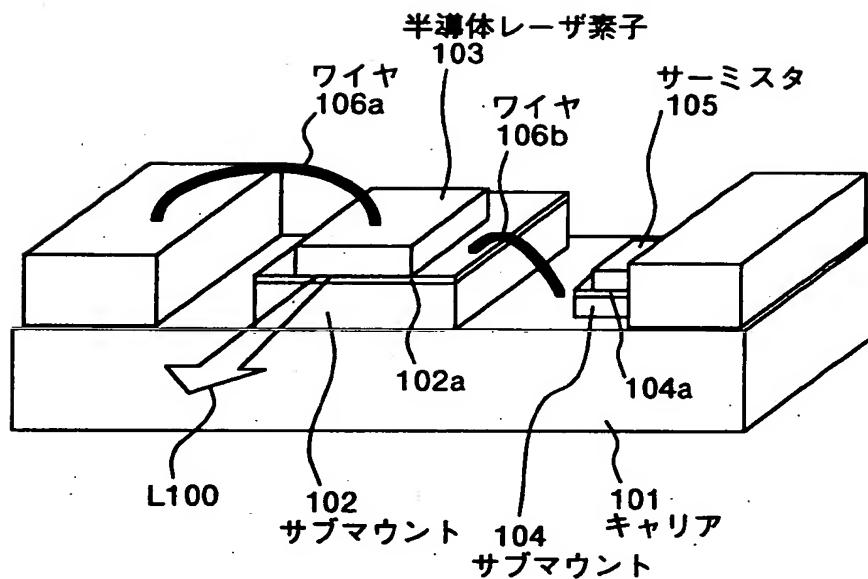
【図6】



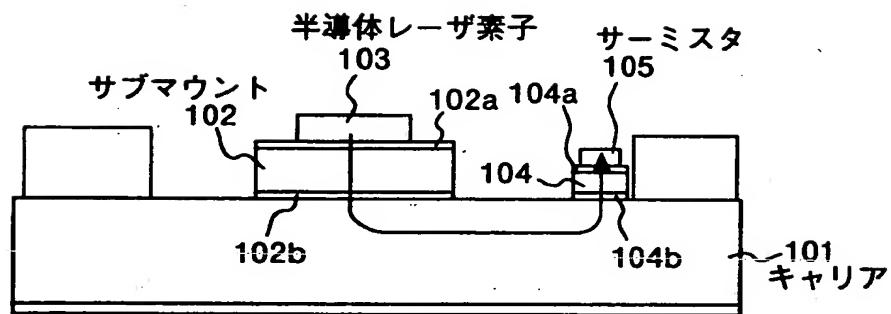
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高出力の半導体レーザ素子を用いた場合であっても、光出力の低下を防止すること。

【解決手段】 レーザ光を出力する半導体レーザ素子3と、半導体レーザ素子3の駆動温度を計測するサーミスタ4と、絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリア1とを備え、半導体レーザ素子3とサーミスタ4とは、金膜を含む多層膜を介してそれぞれキャリア1上に接合され、半導体レーザ素子3とサーミスタ4とが近接配置されるようにしている。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

氏 名 古河電気工業株式会社